

明 細 書

エンジンの排気浄化装置

技術分野

- [0001] 本発明は、エンジンから排出される排気中の窒素酸化物(NO_x)を、還元剤を用いて還元除去するエンジンの排気浄化装置(以下「排気浄化装置」という)に関し、特に、還元剤を貯蔵する貯蔵タンクの開閉時に発生する悪臭を低減する技術に関する。

背景技術

- [0002] エンジンの排気に含まれる NO_x を除去する触媒浄化システムとして、特開2000-27627号公報に開示されるような排気浄化装置が提案されている。かかる排気浄化装置は、エンジンの排気系に還元触媒を配設し、還元触媒の排気上流に還元剤を噴射供給することにより、排気中の NO_x と還元剤とを触媒還元反応させて、 NO_x を無害成分に浄化処理するものである。

- [0003] 還元剤は、常温において液体状態で貯蔵タンクに貯蔵され、エンジン運転状態に対応した必要量が噴射ノズルから噴射供給される。また、還元反応は、 NO_x と反応性が良好なアンモニアを用いるもので、還元剤としては、排気熱及び排気中の水蒸気により加水分解してアンモニアを容易に発生する尿素水溶液が用いられる。

特許文献1:特開2000-27627号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

- [0004] しかしながら、上記従来の排気浄化装置によると、周囲温度の変化などに伴って貯蔵タンクが高温になると、その内部に貯蔵される尿素水溶液が化学反応を起こしてアンモニア系ガスとなり、貯蔵タンクの上部空間に充満してしまう。そして、例えば、貯蔵タンク内へ尿素水溶液を補充するときなど、作業者が貯蔵タンクの注入キャップを取り外すと、充満したアンモニア系ガスが外部に漏れ出し、悪臭が発生してしまうおそれがあった。なお、このような悪臭は、還元剤として尿素水溶液を用いたときに限らず、アンモニア水溶液、炭化水素を主成分とした軽油などを用いたときにも同様に発生してしまう。

[0005] そこで、本発明は以上のような従来の問題点に鑑み、貯蔵タンクの上部空間内の気体を、吸気系若しくは排気系に戻すことで、又は、酸化触媒で酸化させつつ適宜放出することで、或いは、エンジンにより加熱された冷却水が所定温度より高いときに貯蔵タンク内を循環しないようにして、該貯蔵タンクの開閉時に発生する悪臭を抑制したエンジンの排気浄化装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] このため、請求項1に記載の排気浄化装置では、エンジン排気系に配設され、窒素酸化物を還元剤により還元浄化する還元触媒と、該還元触媒の排気下流に配設され、前記還元触媒を通過した還元剤を酸化させる還元剤酸化触媒と、前記還元剤を貯蔵する貯蔵タンクと、該貯蔵タンクに貯蔵された還元剤を前記還元触媒に供給する還元剤供給装置と、前記貯蔵タンクの上部空間内の気体を、前記還元剤酸化触媒の上流にあたる吸気系又は排気系に強制的に排出する第1の強制排出装置と、前記還元剤酸化触媒の温度を検出する温度検出装置と、該温度検出装置により検出された温度が前記還元剤酸化触媒の活性温度以上となったときに、前記第1の強制排出装置を作動させる第1の作動制御装置と、を含んで構成されたことを特徴とする。

[0007] 請求項2に記載の発明では、前記第1の作動制御装置は、必要以上のエネルギー消費を回避すべく、前記第1の強制排出装置を所定時間作動させることを特徴とする。

[0008] 請求項3に記載の発明では、前記第1の強制排出装置は、前記貯蔵タンクの上部空間と前記還元剤酸化触媒の上流にあたる吸気系又は排気系とを連通接続する配管に介装された電動ファンであることを特徴とする。

[0009] 請求項4に記載の発明では、前記配管には、前記貯蔵タンクの上部空間内の気体を吸気系又は排気系に排出する方向にのみ開弁する逆止弁が介装されたことを特徴とする。

[0010] 請求項5に記載の発明では、前記第1の強制排出装置は、前記還元剤酸化触媒の上流にあたる吸気系又は排気系に設けられたベンチュリと、前記貯蔵タンクの上部空間と前記ベンチュリとを連通接続する配管に介装された開閉弁と、を含んで構成され、前記第1の作動制御装置は、前記温度検出装置により検出された温度が前記還元

剤酸化触媒の活性温度以上となったときに、前記開閉弁を開弁させることを特徴とする。

[0011] 請求項6に記載の発明では、前記温度検出装置は、前記還元剤酸化触媒の上流側の排気温度を介して、該還元剤酸化触媒の温度を間接的に検出することを特徴とする。

[0012] また、請求項7に記載の他の排気浄化装置では、エンジン排気系に配設され、窒素酸化物を還元剤により還元浄化する還元触媒と、前記還元剤を貯蔵する貯蔵タンクと、該貯蔵タンクに貯蔵された還元剤を前記還元触媒に供給する還元剤供給装置と、前記貯蔵タンクの上部空間内の気体を強制的に排出する第2の強制排出装置と、該第2の強制排出装置により強制排出された気体を一時的に吸着する吸着装置と、該吸着装置から離脱した気体を酸化させる酸化触媒と、を含んで構成されたことを特徴とする。

[0013] 請求項8に記載の発明では、前記貯蔵タンク内の還元剤温度を検出する還元剤温度検出装置と、該還元剤温度検出装置により検出された還元剤温度が第1の所定温度以上であるときに、前記第2の強制排出装置を作動させる第2の作動制御装置と、を備えたことを特徴とする。

[0014] 請求項9に記載の発明では、前記第2の作動制御装置は、必要以上のエネルギー消費を回避すべく、前記第2の強制排出装置を所定時間作動させることを特徴とする。

[0015] 請求項10に記載の発明では、前記酸化触媒の触媒温度を検出する触媒温度検出装置と、該触媒温度検出装置により検出された触媒温度に基づいて、前記酸化触媒を活性化させる触媒活性化装置と、を備えたことを特徴とする。

[0016] 請求項11に記載の発明では、前記酸化触媒を加熱する加熱装置を備え、前記触媒活性化装置は、前記触媒温度検出装置により検出された触媒温度が前記酸化触媒の活性温度以上になるように、前記加熱装置を制御することを特徴とする。

[0017] 請求項12に記載の発明では、前記触媒活性化装置は、前記触媒温度検出装置により検出された触媒温度が第2の所定温度以上となったときに、前記加熱装置の作動を停止させることを特徴とする。

[0018] 請求項13に記載の発明では、前記吸着装置は、モルデナイト、コバルト担持モル

デナイト又は活性炭であることを特徴とする。

[0019] 請求項14に記載の発明では、前記酸化触媒は、電熱ハニカム触媒であることを特徴とする。

[0020] さらに、請求項15に記載の他の排気浄化装置では、エンジン排気通路に配設され、窒素酸化物を還元剤により還元浄化する還元触媒と、前記還元剤を貯蔵する貯蔵タンクと、前記タンクに貯蔵された還元剤を前記還元触媒に供給する還元剤供給装置と、エンジンにより加熱された熱媒体を前記タンク内に循環させることにより、前記タンクに貯蔵された還元剤を加熱する加熱装置と、前記熱媒体を前記タンク内に導く通路を遮断する遮断装置と、前記熱媒体の温度を検出する熱媒体温度検出装置と、前記熱媒体温度検出装置により検出された熱媒体の温度が第3の所定温度より高いときに、前記通路を遮断するように前記遮断装置を制御する第1の制御手段と、を含んで構成されることを特徴とする。

[0021] 請求項16に記載の発明では、前記タンクに貯蔵された還元剤の温度を検出する還元剤温度検出装置と、前記還元剤温度検出装置により検出された還元剤の温度が第4の所定温度以上であるときに、前記通路を遮断するように前記遮断装置を制御する第2の制御手段と、を備えたことを特徴とする。

[0022] 請求項17に記載の発明では、前記エンジンの始動直後であって、前記熱媒体温度検出装置により検出された熱媒体の温度が前記還元剤の凍結温度より高いときに、前記通路の遮断を強制的に所定時間解除させるように前記遮断装置を制御する第3の制御手段を備えたことを特徴とする。

[0023] 請求項18に記載の発明では、前記遮断装置は、手動にて前記通路の遮断を解除できることを特徴とする。

発明の効果

[0024] 本発明に係る排気浄化装置によれば、エンジンの排気中に含まれる窒素酸化物は、還元剤供給装置により貯蔵タンクから供給された還元剤を用いて、還元触媒において還元浄化される。また、還元触媒を通過した還元剤は、その下流に配設された還元剤酸化触媒により酸化され、無害な物質に転化された後、大気中に排出される。一方、周囲温度の変化などに伴って貯蔵タンク内の温度が上昇すると、還元剤の

一部が化学反応又は気化して気体となり、貯蔵タンクの上部空間に充満する。そして、エンジン運転状態が変化して排気温度が上昇した結果、還元剤酸化触媒の温度がその活性温度以上になると、貯蔵タンクの上部空間内の気体が、還元剤酸化触媒の上流にあたる吸気系又は排気系に強制的に排出される。吸気系又は排気系に排出された気体は、還元触媒における還元浄化反応に寄与すると共に、還元剤酸化触媒において酸化されて無害な物質に転化された後、大気中に排出される。

従って、貯蔵タンク内の還元剤から気体が発生する状況下であっても、その上部空間内の気体が強制的に排出されるので、そこに残留する気体濃度が大幅に低下する。このため、貯蔵タンクに還元剤を充填しようとして注入キャップを取り外しても、作業者が還元剤の臭いを感じ難くなり、貯蔵タンクの開閉時に発生する悪臭を低減することができる。

[0025] また、本発明に係る他の排気浄化装置によれば、エンジンの排気中に含まれる窒素酸化物は、還元剤供給装置により貯蔵タンクから供給された還元剤を用いて、還元触媒において還元浄化され無害物質となった後、大気中に排出される。一方、周囲温度の変化などに伴って貯蔵タンク内の温度が上昇すると、還元剤の一部が化学反応又は気化して気体となり、貯蔵タンクの上部空間に充満する。貯蔵タンクの上部空間内の気体は、強制排出装置により貯蔵タンクから強制的に排出され、吸着装置に一時的に吸着される。そして、吸着装置に吸着された気体は、所定条件が満たされると徐々に離脱し、酸化触媒において酸化された後、大気中に放出される。

従って、貯蔵タンク内の還元剤から気体が発生する状況下であっても、その上部空間内の気体が強制的に排出されるので、そこに残留する気体濃度が大幅に低下する。このため、貯蔵タンクに還元剤を補充しようとして注入キャップを取り外しても、作業者が還元剤の臭いを感じ難くなり、貯蔵タンクの開閉時に発生する悪臭を低減することができる。また、貯蔵タンクの上部空間から強制的に排出された気体は、吸着装置により一時的に吸着された後徐々に離脱し、酸化触媒において酸化されるので、貯蔵タンク周囲で気体臭が漂うことも防止される。

[0026] さらに、本発明に係る更に他の排気浄化装置によれば、エンジンの排気中の窒素酸化物は、還元剤供給装置により貯蔵タンクから供給された還元剤を用いて、還元

触媒において還元浄化される。また、エンジンにより加熱された熱媒体が還元剤を貯蔵する貯蔵タンク内を循環するので、該貯蔵タンク内の還元剤が加熱され、還元剤の凍結を防止できる。このとき、貯蔵タンク内を循環する熱媒体の温度が第3の所定温度より高いときに、熱媒体を貯蔵タンク内に導く通路が遮断されるので、第3の所定温度より高い温度の熱媒体が、貯蔵タンク内を循環することが防止される。そして、上記第3の所定温度を、還元剤から気体が発生する下限温度より若干低く設定することによって、貯蔵タンク内での還元剤からの気体の発生を抑制することができ、作業者が貯蔵タンクの注入口を開けても、注入口から気体が放出されるのを抑制して、悪臭の発生を抑制させることができる。

図面の簡単な説明

- [0027] [図1]本発明に係る排気浄化装置の第1の実施形態を示す構成図である。
 [図2]本発明に係る排気浄化装置の第2の実施形態を示す構成図である。
 [図3]本発明に係る排気浄化装置の第3の実施形態を示す構成図である。
 [図4]上記排気浄化装置の制御装置で実行される制御内容を示すフローチャートである。
 [図5]本発明に係る排気浄化装置の第4の実施形態を示す構成図である。
 [図6]上記排気浄化装置の電磁開閉弁の制御手順を示すフローチャートである。

符号の説明

- [0028] 10…エンジン
 16…NO_x還元触媒
 18…スリップ式アンモニア酸化触媒
 20…排気管
 22…貯蔵タンク
 24…還元剤供給装置
 28…電動ファン
 32…逆止弁
 34…配管
 36…温度センサ

38…制御装置
40…ベンチュリ
42…電磁開閉弁
44…強制排出装置
46…吸着装置
48…酸化触媒
50…還元剤温度センサ
52…触媒温度センサ
54…制御装置
66…還元剤温度センサ
70…冷却水循環通路
72…電磁開閉弁
76…熱交換装置
78…冷却水温度センサ
82…コントローラ

発明を実施するための最良の形態

[0029] 以下、添付された図面を参照して本発明を詳述する。

図1は、本発明に係る排気浄化装置の第1の実施形態の構成を示す。エンジン10の排気は、排気マニフォールド12からその下流に向けて、酸化触媒14、NO_x還元触媒16及びスリップ式アンモニア酸化触媒18(還元剤酸化触媒)が夫々配設された排気管20を通過して大気中に排出される。また、NO_x還元触媒16の排気上流には、貯蔵タンク22に貯蔵される液体還元剤が、還元剤供給装置24及び噴射ノズル26を経由して、空気と共に噴射供給される。

[0030] ここで、液体還元剤としては、本実施形態では、加水分解によりアンモニアを容易に発生する尿素水溶液を用いるが、NO_x還元触媒16の還元反応に対応して、炭化水素を主成分とする軽油などを用いるようにしてもよい(以下同様)。

[0031] また、貯蔵タンク22の天壁には、その上部空間内の気体(アンモニア系ガス)を強制的に排出する電動ファン28が取り付けられると共に、尿素水溶液を補充するため

の注入キャップ30が着脱可能に取り付けられる。そして、電動ファン28の吐出口は、貯蔵タンク22から排出される方向にのみ開弁する逆止弁32が介装された配管34を介して、酸化触媒14とNO_x還元触媒16との間に位置する排気管20に連通接続される。

[0032] 一方、還元剤供給装置24及び電動ファン28の制御系として、酸化触媒14とNO_x還元触媒16との間の排気管20において貯蔵タンク22からの配管34が接続される位置より排気上流側に、スリップ式アンモニア酸化触媒18の温度を間接的に検出すべく、排気温度を検出するための温度センサ36(温度検出装置)が取り付けられる。なお、温度センサ36の耐熱性が十分であれば、スリップ式アンモニア酸化触媒18の温度を直接検出するようにしてもよい。

[0033] そして、温度センサ36からの排気温度信号は、コンピュータを内蔵した制御装置38に入力され、排気温度がスリップ式アンモニア酸化触媒18の活性温度(例えば200℃)以上になったときに、電動ファン28を所定時間作動させる。また、上記制御装置38は、エンジン回転速度及び燃料噴射量などのエンジン運転状態に応じて、還元剤供給装置24を制御する。なお、制御装置38では、そのROM(Read Only Memory)に記憶された制御プログラムにより、第1の作動制御装置が実現される。また、上記電動ファン28及び配管34を含んで第1の強制排出装置が構成される。

[0034] 次に、かかる構成からなる排気浄化装置の作用について説明する。エンジン10からの排気は、排気マニフォールド12及び排気管20を通して酸化触媒14へと導かれる。酸化触媒14では、その下流に位置するNO_x還元触媒16でのNO_x浄化効率を向上させるべく、排気中の一部の一酸化窒素(NO)を酸化して、二酸化窒素(NO₂)に転化させる。酸化触媒14にてNOとNO₂との構成比率が改善された排気は、排気管20を通してNO_x還元触媒16へと導かれる。

[0035] 一方、NO_x還元触媒16の排気上流に位置する噴射ノズル26から、エンジン運転状態に応じた尿素水溶液が空気と共に噴射供給され、排気熱及び排気中の水蒸気により加水分解してアンモニアとなりつつ、排気と共にNO_x還元触媒16へと供給される。そして、NO_x還元触媒16では、アンモニアを用いた還元反応により、排気中の

NO_xを水及び無害なガスに転化して、NO_x浄化が行われる。また、NO_x還元触媒16を通過したアンモニアは、NO_x還元触媒16の排気下流に位置するスリップ式アンモニア酸化触媒18により、酸化された後大気中に放出される。

[0036] 一方、周囲温度の変化などに伴って貯蔵タンク22内の温度が上昇すると、尿素水溶液が化学変化を起こしてアンモニア系ガスとなり、これが貯蔵タンク22の上部空間に充満する。そして、エンジン運転状態が変化して、排気温度がスリップ式アンモニア酸化触媒18の活性温度以上になると、電動ファン28が所定時間作動する。このため、貯蔵タンク22の上部空間内のアンモニア系ガスは、電動ファン28により強制的に排出され、配管34を通してNO_x還元触媒16の排気上流へと排出される。NO_x還元触媒16の排気上流へと排出されたアンモニア系ガスは、NO_x還元触媒16において還元反応に寄与すると共に、その下流に位置するスリップ式アンモニア酸化触媒18において酸化される。なお、電動ファン28と排気管20とを連通接続する配管34には逆止弁32が介装されているため、電動ファン28の非作動時であっても、排気管20を流れる排気が貯蔵タンク22へと逆流することが防止できる。

[0037] 従って、スリップ式アンモニア酸化触媒18が活性温度以上になるときに、貯蔵タンク22の上部空間内のアンモニア系ガスがNO_x還元触媒16の上流側に強制的に排出されるので、そこに残留するアンモニア濃度が大幅に低下する。このため、尿素水溶液を補充しようとして注入キャップ30を取り外しても、アンモニア濃度が低いことから、作業者がアンモニア臭を感じ難くなり、貯蔵タンク22の開閉時に発生する悪臭を低減することができる。

[0038] なお、上記実施形態における電動ファン28に代えて、図2に示す第2の実施形態のように、NO_x還元触媒16の上流側の排気管20にベンチュリ40を設け、ここに貯蔵タンク22の上部空間内のアンモニア系ガスを排出するようにしてもよい。この場合には、配管34に常閉式の電磁開閉弁42を介装し、電動ファン28を作動させるタイミングで電磁開閉弁42を開弁させるようにすればよい。このようにすれば、ベンチュリ40を通過して圧力が低下した排気により、貯蔵タンク22の上部空間内のアンモニア系ガスが強制的に排出されるので、電動ファン28を駆動するためのエネルギーが不要となり、バッテリー消耗などを抑制することができる。本実施形態においては、配管34及

びベンチュリ40を含んで第1の強制排出装置が構成される。

[0039] また、上記の各実施形態においては、貯蔵タンク22の上部空間内のアンモニア系ガスをNO_x還元触媒16の排気上流に排出する構成を採用したが、スリップ式アンモニア触媒18の上流であれば、吸気系及び排気系の任意の場所にアンモニア系ガスを排出するようにしてもよい。

[0040] 図3は、本発明に係る排気浄化装置の第3の実施形態の構成を示す。なお、本実施形態における排気浄化装置は、図1及び図2に示す第1及び第2の実施形態における排気浄化装置と基本構成が共通するので、共通する構成には同一符号を付し、その説明を省略することとする。

[0041] 貯蔵タンク22の天壁には、その上部空間内の気体(アンモニア系ガス)を強制的に排出する電動ファンなどの強制排出装置44(第2の強制排出装置)が取り付けられる。そして、強制排出装置44の吐出側には、強制排出された気体を一時的に吸着するモルデナイト、コバルト担持モルデナイト又は活性炭などの吸着装置46、及び該吸着装置46から離脱した気体を酸化させる酸化触媒48が、この順番で配設される。ここで、酸化触媒48としては、流通抵抗が小さいハニカム担体に触媒金属などをウォッシュコートすると共に、その活性化を促進する電熱ヒータなどの加熱装置が内蔵された電熱ハニカム触媒を用いることが望ましい。なお、加熱装置は、酸化触媒48に内蔵される構成に限らず、これに併設される構成としてもよい。

[0042] 一方、還元剤供給装置24、強制排出装置44及び加熱装置の制御系として、貯蔵タンク22内の尿素水溶液温度を検出する還元剤温度センサ50(還元剤温度検出装置)と、酸化触媒48の触媒温度を検出する触媒温度センサ52(触媒温度検出装置)と、コンピュータを内蔵した制御装置54とが備えられる。そして、上記制御装置54は、ROM(Read Only Memory)に記憶された制御プログラムにより、エンジン回転速度及び燃料噴射量などのエンジン運転状態に応じて還元剤供給装置24を制御すると共に、還元剤温度センサ50及び触媒温度センサ52からの温度信号に基づいて、強制排出装置44及び酸化触媒48を活性化する加熱装置を制御する。なお、上記制御装置54により、第2の作動制御装置及び触媒活性化装置が夫々実現される。

[0043] 図4は、エンジン始動後、上記制御装置54において所定時間間隔で繰り返し実行される制御内容を示すフローチャートである。

ステップ1(図では「S1」と略記する。以下同様)では、還元剤温度センサ50から尿素水溶液温度が読み込まれる。

ステップ2では、尿素水溶液温度が所定値 T_1 以上であるか否か、即ち、尿素水溶液からアンモニア系ガスが発生する温度(例えば80℃)より若干低い第1の所定温度に達しているか否かが判定される。そして、尿素水溶液温度が所定値 T_1 以上であればステップ3へと進む一方(Yes)、尿素水溶液温度が所定値 T_1 未満であれば処理を終了する(No)。

[0044] ステップ3では、貯蔵タンク22内の尿素水溶液温度が所定値 T_1 以上、即ち、アンモニア系ガスが発生する温度より若干低い温度に達しているため、強制排出装置44を所定時間作動させ、貯蔵タンク22の上部空間内のアンモニア系ガスを強制的に排出させる。

ステップ4では、触媒温度センサ52から酸化触媒48の触媒温度が読み込まれる。

[0045] ステップ5では、酸化触媒48の触媒温度が所定値 T_2 以下であるか否か、即ち、触媒温度が酸化触媒48の活性化温度(例えば200℃)に達しているか否かが判定される。そして、触媒温度が所定値 T_2 以下であれば酸化触媒48が未活性であるので、ステップ6に進み(Yes)、加熱装置に対して通電が開始される。一方、触媒温度が所定値 T_2 より高ければステップ7へと進む(No)。

[0046] ステップ7では、酸化触媒48の触媒温度が所定値 T_3 以上であるか否か、即ち、酸化触媒48が十分活性化されている第2の所定値(例えば400℃)以上であるか否かが判定される。そして、触媒温度が所定値 T_3 以上であれば酸化触媒48が十分活性化されているので、ステップ8へと進む(Yes)、不必要な電力消費を抑制すべく加熱装置への通電を停止させる。一方、触媒温度が所定値 T_3 未満であれば、触媒温度を所定値 $T_2 \sim T_3$ に維持すべく、そのときの触媒温度に応じて加熱装置への電流が増減される。

[0047] 次に、以上のような構成の第3の実施形態における排気浄化装置の作用について説明する。なお、この実施形態におけるNOx浄化作用は、図1に示す第1の実施形

態と同様であるので、その説明は省略する。

- [0048] 周囲温度の変化などに伴って貯蔵タンク22内の温度が上昇すると、尿素水溶液が化学変化を起こしてアンモニア系ガスとなり、これが貯蔵タンク22の上部空間に充満する。このとき、尿素水溶液温度が所定値 T_1 以上となるので、制御装置54により強制排出装置44が所定時間作動される。このため、貯蔵タンク22の上部空間内のアンモニア系ガスは、強制排出装置44により強制的に排出され、吸着装置46に一時的に吸着される。そして、吸着装置46に吸着されたアンモニア系ガスは、所定条件が満たされると徐々に離脱し、酸化触媒48において酸化されて無害物質に転化された後、大気中に放出される。
- [0049] 従って、貯蔵タンク22内の尿素水溶液からアンモニア系ガスが発生する状況下では、その上部空間内のアンモニア系ガスが強制的に排出されるので、そこに残留するアンモニア濃度が大幅に低下する。このため、尿素水溶液を補充しようとして注入キャップ30を取り外しても、アンモニア濃度が低いことから、作業者がアンモニア臭を感じ難くなり、貯蔵タンク22の開閉時に発生する悪臭を低減することができる。また、貯蔵タンク22の上部空間から強制的に排出されたアンモニア系ガスは、吸着装置46により一時的に吸着された後徐々に離脱し、酸化触媒48において酸化されるので、貯蔵タンク22周囲でアンモニア臭が漂うことを防止できる。
- [0050] また、酸化触媒48の触媒温度が、活性温度以上の所定温度範囲に維持されるように、加熱装置が制御されるので、不必要な電力消費を抑制しつつ、酸化触媒48を活性状態に保持することができる。特に、酸化触媒48の触媒温度が所定温度 T_3 以上、即ち、酸化触媒48が十分活性化されているときには、加熱装置の作動が停止されるので、酸化触媒48が必要以上に昇温することがなく、熱害を防止することができる。
- [0051] なお、以上の実施形態では、制御要素を制御装置54の制御プログラムにより制御するものとしたが、制御要素を所定温度で電気回路をON/OFFするサーモスイッチにより直接制御するようにしてもよい。この場合には、高価な制御装置が不要となることから、コスト低減を図ることができる。
- [0052] 図5は、本発明に係る排気浄化装置の第4の実施形態の構成を示す。なお、本実施形態における排気浄化装置は、図1～図3に示す第1～第3の実施形態における

排気浄化装置と基本構成が共通するので、共通する構成には同一符号を付し、その説明を省略することとする。

- [0053] エンジン10の排気通路である排気管20には、NO_xを還元浄化するNO_x還元触媒16が介装されている。また、NO_x還元触媒16の上流には、排気管20内に開口した噴孔から還元剤を噴射供給する噴射ノズル26が設けられている。そして、エアリザーバタンク60に貯留された圧縮空気は、電磁開閉弁62を通過して、還元剤供給装置24に供給される。
- [0054] 貯蔵タンク22に貯蔵された還元剤としての尿素水は、供給配管64を介して前記還元剤供給装置24に供給される。なお、還元剤は、尿素水の他にアンモニア水溶液、或いは、炭化水素を主成分とする軽油等でもよい。また、前記貯蔵タンク22内には、該貯蔵タンク22に貯蔵されている尿素水の温度を検出する還元剤温度センサ66(還元剤温度検出装置)が設けられている。
- [0055] 還元剤供給装置24は、内部にポンプを有しており、ポンプが作動することによりエアリザーバタンク60から供給された圧縮空気に尿素水を添加し、尿素水を噴霧状態にして噴射ノズル26に供給する。なお、尿素水の添加流量は、ポンプの作動を制御することにより可変になっている。そして、還元剤供給装置24にて排気管20内に供給されなかった余剰の尿素水は戻り配管68を介して貯蔵タンク22内に戻される。
- [0056] 一方、エンジン10の図示しない冷却水の循環通路に並列して設けられた冷却水循環通路70には、電磁開閉弁72(遮断装置)、貯蔵タンク22内の尿素水と熱交換する熱交換パイプ74を備えた熱交換装置76(加熱装置)が上流より順番に介装されている。電磁開閉弁72は、開閉作動することによって、冷却水循環通路70を開通或いは遮断させる。そして、熱交換装置76は、電磁開閉弁72が開いたときに、エンジン10により加熱され熱媒体として作用する冷却水が冷却水循環通路70を循環することにより、熱交換パイプ74を介して冷却水と尿素水とを熱交換させて、貯蔵タンク22内の尿素水を加熱する。
- [0057] エンジン10には、冷却水の温度を検出する冷却水温度センサ78(熱媒体温度検出装置)、エンジン10の回転速度や負荷等のエンジン運転状態を検出する運転状態検出センサ80が設けられている。マイクロコンピュータを内蔵したコントローラ82は

、運転状態検出センサ80からエンジン運転状態を入力して、還元剤供給装置24のポンプ、電磁開閉弁62を作動制御することにより、エンジンの運転状態に見合った最適な量の尿素水を噴射ノズル26から排気管20内に噴射供給させる。また、前記コントローラ82は、還元剤温度センサ66及び冷却水温度センサ78から、貯蔵タンク22内の尿素水、冷却水の温度を入力し、電磁開閉弁72を作動制御する。

[0058] ここで、図6を用いて、コントローラ82での電磁開閉弁72の制御手順を説明する。まず、コントローラ82は、キースイッチ等の電源スイッチONにて電源が供給され、制御を開始する。なお、図示するフローチャートによる制御は所定時間毎に繰り返して行われる。

[0059] 始めにステップ11(図ではS11と表記する、以下同様)では、電磁開閉弁72を閉じるように制御する。

ステップ12では、還元剤温度センサ66から貯蔵タンク22内の尿素水の温度を入力する。

[0060] ステップ13では、ステップ12にて入力した尿素水の温度が、所定温度 T_a 以下であるか否かを判定する。尿素水の温度が所定温度 T_a 以下であるときには、ステップ14へ進む(YES)。尿素水の温度が所定温度 T_a 以下でないときには、ステップ11へ戻る(NO)。なお、所定温度 T_a は、尿素水の凍結温度より若干高く設定すればよい。

[0061] ステップ14では、冷却水温度センサ78から冷却水の温度を入力する。

ステップ15では、ステップ14にて入力した冷却水の温度が所定温度 T_b (第1の所定温度)以下であるか否かを判定する。冷却水の温度が所定温度 T_b 以下であるときには、ステップ16へ進む(YES)。冷却水の温度が所定温度 T_b 以下でないときには、ステップ11へ戻る(NO)。なお、所定温度 T_b は、尿素水からアンモニアが発生する下限温度より若干低く設定すればよく、例えば、35重量パーセント濃度の尿素水の場合には80℃より若干低く設定すればよい。

[0062] ステップ16では、電磁開閉弁72を開くように制御する。

ステップ17では、還元剤温度センサ66から貯蔵タンク22内の尿素水の温度を入力する。

ステップ18では、ステップ17にて入力した尿素水の温度が所定温度 T_c (第2の所

定温度)以上であるか否かを判定する。尿素水の温度が所定温度 T_c 以上であるときには、ステップ19へ進む(YES)。尿素水の温度が所定温度 T_c 以上でないときには、ステップ14へ戻る(NO)。なお、所定温度 T_c を所定温度 T_a より若干高めに設定することで、貯蔵タンク22内の尿素水の温度を所定温度 $T_a \sim T_c$ の間に制御することができる。

[0063] ステップ19では、電磁開閉弁72を閉じるように制御し、その後ENDに進む。

なお、ステップ11、14及びステップ15の一連の制御は第1の制御手段に該当し、ステップ17～19の一連の制御は第2の制御手段に該当する。

[0064] 次に、以上のような構成の第4の実施形態における排気浄化装置の作用について説明する。エンジン10の排気は、排気管20を通して、 NO_x 還元触媒16へと導かれる。このとき、コントローラ82は、運転状態検出センサ80からエンジン10の回転速度や負荷等のエンジン運転状態を入力して、還元剤供給装置24のポンプ、電磁開閉弁62を作動制御することにより、エンジン運転状態に見合った最適な量の尿素水を噴射ノズル26から排気管20内に噴射供給させる。これにより、 NO_x 還元触媒16にて排気中の NO_x が効率よく還元除去される。

[0065] 貯蔵タンク22内の尿素水の温度が所定温度 T_a 以下、即ち尿素水が凍結する可能性があり、かつ、エンジン10の冷却水の温度が所定温度 T_b 以下、即ち冷却水が高温でないときには、電磁開閉弁72が開く。これにより、エンジン10により加熱された冷却水が冷却水循環通路70を循環するので、貯蔵タンク22内の尿素水は、熱交換パイプ74を介して冷却水と熱交換して加熱される。このため、尿素水の凍結を防止できる。

[0066] このとき、エンジン10の冷却水の温度が所定温度 T_b より高い、即ち冷却水が高温であるときには、電磁開閉弁72が閉じるので、高温の冷却水が貯蔵タンク22内を循環することが防止される。これにより、貯蔵タンク22内で尿素水からアンモニアが発生することを抑制することができ、作業者が貯蔵タンク22の注入口を開けても、注入口からアンモニアが放出されることが抑制され、悪臭の発生を抑制することができる。

[0067] また、貯蔵タンク22内の尿素水の温度が所定温度 T_c 以上、即ち貯蔵タンク22内の尿素水が高温であるときにも、電磁開閉弁72が閉じるので、貯蔵タンク22内の尿素

水は、アンモニアが発生しない温度に保たれる。これにより、貯蔵タンク22内で尿素水からアンモニアが発生することを更に抑制することができる。

[0068] さらに、コントローラ82は、エンジン10の始動直後に、冷却水の温度が尿素水の凍結温度より高いときには、電磁開閉弁72を強制的に所定時間開放させるように制御することが望ましい。この制御は、第3の制御手段に該当する。これにより、冷却水の温度が尿素水の凍結温度より高いときには、エンジン10の始動直後から所定時間は冷却水が冷却水循環通路70を循環するので、貯蔵タンク22内に低温の冷却水が循環することによって尿素水が冷却されて凍結することを防止しつつ、冷却水循環通路70内に冷却水が残留することを防止でき、冷却水の品質の低下を抑制することができる。

[0069] その他、電磁開閉弁72を、手動にて開放させることができるようにすることが望ましい。このようにすれば、冷却水を交換するときに、冷却水循環通路70内に残留する冷却水を排出させて、その全量を交換することができる。

請求の範囲

- [1] エンジン排気系に配設され、窒素酸化物を還元剤により還元浄化する還元触媒と、
該還元触媒の排気下流に配設され、前記還元触媒を通過した還元剤を酸化させる還元剤酸化触媒と、
前記還元剤を貯蔵する貯蔵タンクと、
該貯蔵タンクに貯蔵された還元剤を前記還元触媒に供給する還元剤供給装置と、
前記貯蔵タンクの上部空間内の気体を、前記還元剤酸化触媒の上流にあたる吸気系又は排気系に強制的に排出する第1の強制排出装置と、
前記還元剤酸化触媒の温度を検出する温度検出装置と、
該温度検出装置により検出された温度が前記還元剤酸化触媒の活性温度以上となったときに、前記第1の強制排出装置を作動させる第1の作動制御装置と、
を含んで構成されたことを特徴とするエンジンの排気浄化装置。
- [2] 前記第1の作動制御装置は、前記第1の強制排出装置を所定時間作動させることを特徴とする請求項1記載のエンジンの排気浄化装置。
- [3] 前記第1の強制排出装置は、前記貯蔵タンクの上部空間と前記還元剤酸化触媒の上流にあたる吸気系又は排気系とを連通接続する配管に介装された電動ファンであることを特徴とする請求項1記載のエンジンの排気浄化装置。
- [4] 前記配管には、前記貯蔵タンクの上部空間内の気体を吸気系又は排気系に排出する方向にのみ開弁する逆止弁が介装されたことを特徴とする請求項3記載のエンジンの排気浄化装置。
- [5] 前記第1の強制排出装置は、前記還元剤酸化触媒の上流にあたる吸気系又は排気系に設けられたベンチュリと、前記貯蔵タンクの上部空間と前記ベンチュリとを連通接続する配管に介装された開閉弁と、を含んで構成され、
前記第1の作動制御装置は、前記温度検出装置により検出された温度が前記還元剤酸化触媒の活性温度以上となったときに、前記開閉弁を開弁させることを特徴とする請求項1記載のエンジンの排気浄化装置。
- [6] 前記温度検出装置は、前記還元剤酸化触媒の上流側の排気温度を介して、該還

還元酸化触媒の温度を間接的に検出することを特徴とする請求項1記載のエンジンの排気浄化装置。

- [7] エンジン排気系に配設され、窒素酸化物を還元剤により還元浄化する還元触媒と、
前記還元剤を貯蔵する貯蔵タンクと、
該貯蔵タンクに貯蔵された還元剤を前記還元触媒に供給する還元剤供給装置と、
前記貯蔵タンクの上部空間内の気体を強制的に排出する第2の強制排出装置と、
該第2の強制排出装置により強制排出された気体を一時的に吸着する吸着装置と、
該吸着装置から離脱した気体を酸化させる酸化触媒と、
を含んで構成されたことを特徴とするエンジンの排気浄化装置。
- [8] 前記貯蔵タンク内の還元剤温度を検出する還元剤温度検出装置と、
該還元剤温度検出装置により検出された還元剤温度が第1の所定温度以上であるときに、前記第2の強制排出装置を作動させる第2の作動制御装置と、
を備えたことを特徴とする請求項7記載のエンジンの排気浄化装置。
- [9] 前記第2の作動制御装置は、前記第2の強制排出装置を所定時間作動させることを特徴とする請求項8記載のエンジンの排気浄化装置。
- [10] 前記酸化触媒の触媒温度を検出する触媒温度検出装置と、
該触媒温度検出装置により検出された触媒温度に基づいて、前記酸化触媒を活性化させる触媒活性化装置と、
を備えたことを特徴とする請求項7記載のエンジンの排気浄化装置。
- [11] 前記酸化触媒を加熱する加熱装置を備え、
前記触媒活性化装置は、前記触媒温度検出装置により検出された触媒温度が前記酸化触媒の活性温度以上になるように、前記加熱装置を制御することを特徴とする請求項10記載のエンジンの排気浄化装置。
- [12] 前記触媒活性化装置は、前記触媒温度検出装置により検出された触媒温度が第2の所定温度以上となったときに、前記加熱装置の作動を停止させることを特徴とする請求項11記載のエンジンの排気浄化装置。

- [13] 前記吸着装置は、モルデナイト、コバルト担持モルデナイト又は活性炭であることを特徴とする請求項7記載のエンジンの排気浄化装置。
- [14] 前記酸化触媒は、電熱ハニカム触媒であることを特徴とする請求項7記載のエンジンの排気浄化装置。
- [15] エンジン排気系に配設され、窒素酸化物を還元剤により還元浄化する還元触媒と、
前記還元剤を貯蔵する貯蔵タンクと、
前記貯蔵タンクに貯蔵された還元剤を前記還元触媒に供給する還元剤供給装置と、
エンジンにより加熱された熱媒体を前記貯蔵タンク内に循環させることにより、前記貯蔵タンクに貯蔵された還元剤を加熱する加熱装置と、
前記熱媒体を前記貯蔵タンク内に導く通路を遮断する遮断装置と、
前記熱媒体の温度を検出する熱媒体温度検出装置と、
前記熱媒体温度検出装置により検出された熱媒体の温度が第3の所定温度より高いときに、前記通路を遮断するように前記遮断装置を制御する第1の制御手段と、
を含んで構成されることを特徴とするエンジンの排気浄化装置。
- [16] 前記貯蔵タンクに貯蔵された還元剤の温度を検出する還元剤温度検出装置と、
前記還元剤温度検出装置により検出された還元剤の温度が第4の所定温度以上であるときに、前記通路を遮断するように前記遮断装置を制御する第2の制御手段と、
を備えたことを特徴とする請求項15記載のエンジンの排気浄化装置。
- [17] 前記エンジンの始動直後であって、前記熱媒体温度検出装置により検出された熱媒体の温度が前記還元剤の凍結温度より高いときに、前記通路の遮断を強制的に所定時間解除させるように前記遮断装置を制御する第3の制御手段を備えたことを特徴とする請求項15又は16記載のエンジンの排気浄化装置。
- [18] 前記遮断装置は、手動にて前記通路の遮断を解除できることを特徴とする請求項15記載のエンジンの排気浄化装置。

要 約 書

排気系にNO_x還元触媒及びスリップ式アンモニア酸化触媒をこの順番で配設すると共に、還元剤を貯蔵する貯蔵タンクの上部空間とNO_x還元触媒の排気上流とを連通する配管に電動ファンを介装する。そして、スリップ式アンモニア酸化触媒の温度がその触媒活性温度以上になったときに、電動ファンを所定時間作動させることで、貯蔵タンクの上部空間内の気体(アンモニア系ガス)をNO_x還元触媒の上流に強制的に排出させる。また、貯蔵タンクに、その上部空間内の気体を強制的に排出する電動ファンなどの強制排出装置、強制排出された気体を一時的に吸着する吸着装置、及び、吸着装置から離脱した気体を酸化させる酸化触媒をこの順番で配設してもよい。